

Pengaruh Variasi Media Arang Tempurung Kelapa, Tongkol Jagung, Dan Kayu Jati Pada Metode Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja SS400

Pengaruh Variasi Media Arang Tempurung Kelapa, Tongkol Jagung, Dan Kayu Jati Pada Metode Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja SS400

Okta Kurniawan

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: oktakurniawan@mhs.unesa.ac.id

Novi Sukma Drastiawati

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: novidrastiawati@unesa.ac.id

Abstrak

Kapasitas produksi cangkul yang semakin besar meningkatkan persaingan industri cangkul dalam negeri dan luar negeri. Oleh karena itu menimbulkan permasalahan banyaknya cangkul luar negeri dari Cina yang mempunyai kualitas lebih baik terutama kekerasan permukaan mata cangkul, hal tersebut mengancam industri cangkul di Indonesia. Untuk mengatasi permasalahan diatas dilakukan penelitian dengan tujuan meningkatkan kualitas kekerasan permukaan material baja SS400 dengan metode *pack carburizing*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi media tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati pada metode *pack carburizing* terhadap kekerasan dan struktur mikro baja SS400. Metode yang digunakan pada penelitian ini yakni eksperimen *pack carburizing* dengan variasi media arang tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati. Baja SS400 dengan dimensi 100 mm x 50 mm x 2 mm dimasukkan ke dalam kontainer (wadah) yang sudah terisi campuran kalsium karbonat (CaCO_3) dan media arang kemudian kontainer ditutup dipanaskan menggunakan *muffle furnace* sampai temperatur 950°C, *holding time* 2 jam dan *quenching* dengan media air. Pengujian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan uji kekerasan berskala *vickers* dan uji struktur mikro. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses *pack carburizing* dengan variasi media arang tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati berpengaruh terhadap kekerasan dan struktur mikro baja SS400, Nilai kekerasan yang tertinggi dari hasil penelitian ini adalah variasi media arang tempurung kelapa sebesar 861 HV dan yang terendah adalah media arang tongkol jagung sebesar 669,6 HV sedangkan media arang kayu jati sebesar 838,1 HV. Hasil pengujian struktur mikro terbentuk fasa martensit pada permukaan material baja SS400 setelah perlakuan proses *pack carburizing* dengan variasi media arang tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati yang dilanjutkan proses *holding time* dan *quenching*, fasa martensit yang terbentuk lebih dominan pada variasi media arang tempurung daripada variasi media arang kayu jati, dan tongkol jagung.

Kata kunci : *pack carburizing*, baja SS400, variasi media *carburizing*, *holding time*, *quenching*.

Abstract

The hoe production capacity that is increasing the hoe industry competition in the country and abroad. Therefore it raises the problem of the number of foreign hoes from China that have better quality, especially the hardness of the hoe eye surface, this threatens the hoe industry in Indonesia. To overcome the above problems, research was carried out with the aim of improving the quality of hardness of the surface of SS400 steel material with the *pack carburizing* method. This research was conducted to determine the effect of variations in coconut shell media, corn cobs, and teak wood on the *pack carburizing* method on the hardness and microstructure of SS400 steel. The method used is experiment *pack carburizing* with variations of coconut shell charcoal media, corn cobs, and teak wood. SS400 steel with dimensions of 100 mm x 50 mm x 2 mm is inserted into containers (containers) that have been filled with a mixture of calcium carbonate (CaCO_3) and charcoal media then the container is closed heat treatment using a *muffle furnace* to a temperature of 950°C, *holding time* 2 hours and *quenching* with media water. The test used in this study used *vickers* scale hardness test and microstructure test. The results of this research indicate that *pack carburizing* process with variations in coconut shell charcoal, corn cobs, and teak wood influences the violence and microstructure of SS400 steel. The results are, the coconut shell charcoal has 861 HV, the corn cob charcoal has 669.6 HV, and the teak charcoal has 838.1 HV. Which showed that the hardness media is coconut shell charcoal, and the lowest hardness media is corn cob charcoal. The results of microstructure testing is formed martensite phase on the SS400 steel surface after doing *pack carburizing* process with variations in coconut shell charcoal media, corn cobs, and teak wood

then continuing by holding time and quenching, martensite phase formed is more dominant in the variation of shell charcoal media than the variety of teak charcoal media and corn cobs.

Keywords: *pack carburizing, SS400 steel, variation media carburizing, holding time, quenching.*

PENDAHULUAN

Cangkul merupakan salah satu alat pertanian untuk mengolah tanah yang digunakan oleh masyarakat Indonesia sampai saat ini. Penggunaan cangkul sangat luas di bidang pertanian. Pada umumnya cangkul digunakan untuk membalik, memecah dan meratakan tanah pada petakan lahan yang sempit dimana tidak memungkinkan dilakukan pembajakan (Kurniadi, 1990). Menurut Dirjen IKM Kemenperin Gati Wibawaningsih, "Kebutuhan cangkul dalam negeri dalam satu tahun mencapai 14 juta unit. Dari jumlah tersebut, tiga juta unit dibutuhkan untuk sektor pertanian. Selain itu, cangkul juga dibutuhkan dalam pembangunan infrastruktur. Adapun saat ini, Indonesia masih melakukan impor sebanyak 86 ribu unit cangkul dari total kuota impor sebanyak satu juta unit (CNN INDONESIA, 2017)".

Persaingan Industri cangkul domestik dan luar negeri memiliki potensi yang cukup besar untuk berkembang sehingga kebutuhan akan cangkul sangat meningkat. Peningkatan kapasitas produksi yang semakin besar meningkatkan persaingan kualitas cangkul sehingga menimbulkan permasalahan banyaknya peralatan pertanian yang diimpor dari Cina, sehingga mengancam industri cangkul di Indonesia dan pande besi.

Pande besi sebagai industri rumah tangga pengolahan logam memegang peranan penting di negara kita ini. Salah satu alat yang diproduksi oleh pande besi yakni cangkul. Industri pandai besi adalah industri kecil yang sampai saat ini merupakan produsen utama alat-alat pertanian seperti cangkul, sabit, sekop, dan garu. Industri ini masih menggunakan tungku tradisional yang boros energi. Produk dari pande besi kebanyakan masih mempunyai tingkat kekerasan rendah, laju keausan tinggi, mudah patah sehingga waktu penggunaan tidak lama dan mudah tumpul. Penyebab utama hal tersebut adalah para pandai besi masih menggunakan bahan baku dengan kualitas yang rendah, biasanya berupa komponen bekas (Heru Suryanto, 2005).

Cangkul dalam aplikasinya selalu memerlukan sifat keras atau kuat di permukaan. Permukaan cangkul perlu dikeraskan karena pada dasarnya kekerasan terkait dengan sifat kekuatan dan ketahanan aus. Semakin keras suatu permukaan baja maka sifat kekuatan atau ketahanan aus juga akan lebih baik (Nurkhozin, 2005).

Peralatan yang dibuat oleh pande besi lokal

memiliki harga kekerasan yang lebih rendah bila dibandingkan dengan harga kekerasan peralatan yang dibuat oleh industri besar atau produk impor. Dengan harga kekerasan yang lebih rendah maka secara kualitas peralatan produk pande besi lokal lebih rendah dibandingkan peralatan produk industri besar atau produk *import* (M. Sidik Boedoyo, 2005). Menurut Arbintarso (2003), kekerasan peralatan yang dihasilkan pande besi belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) disebabkan oleh pemakaian bahan baku yang tidak standar dan pelaksanaan proses perlakuan panas yang kurang baik.

Dalam penelitian ini menggunakan material Baja SS400, Baja SS400 merupakan baja dengan kadar karbon rendah (max 0.17 %C) atau *Low C Steel*, material ini tidak dapat di keraskan (*hardening*) atau perlakuan panas (*heat treatment*) melalui proses *quench and temper*. Material ini hanya bisa dikeraskan melalui pengerasan permukaan (*surface hardening*) seperti karburisasi atau *carburizing* (Bambang Kuswanto, 2010).

Proses penambahan karbon (*Carburizing*) pada baja karbon rendah, bertujuan untuk menambah kandungan karbon agar bisa ditingkatkan kekerasannya. *Pack carburizing* adalah salah satu metode yang digunakan untuk menambah kandungan karbon di dalam baja dengan menggunakan media padat. Dalam penelitian ini menggunakan media *pack carburizing* dari limbah pertanian. Limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi berupa arang adalah tongkol jagung, tempurung kelapa, dan kayu jati (Surono, 2011, Mangkau, et. al., 2011). Media tongkol jagung, tempurung kelapa, dan kayu jati dipilih karena selama ini limbah tongkol jagung, tempurung kelapa, dan kayu jati yang dihasilkan tidak dimanfaatkan dan hanya dibakar sehingga dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Media pengkarbonan tersebut sebagai sumber karbon padat pada baja, dirubah terlebih dahulu dalam bentuk butiran. Bentuk butiran atau bubuk akan membantu proses perubahan karbon padat menjadi gas melalui pemanasan. Pemanasan yang dilakukan pada proses ini, menggunakan temperatur antara 850°C-950°C. Gas karbon yang dihasilkan akan berdifusi kedalam struktur baja sehingga kadar karbon meningkat (Bambang Kuswanto, 2010).

Dalam penelitian ini akan diuji pengaruh media *pack carburizing* yakni menggunakan arang

tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati terhadap tingkat kekerasan dan struktur mikro baja SS400. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan material Baja SS400 dengan permukaan yang keras sehingga sangat cocok untuk cangkul. Peneliti berharap metode *pack carburizing* dapat meningkatkan kualitas cangkul serta dapat bersaing dengan produk impor China.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- Bagaimana pengaruh variasi media arang tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati pada metode *pack carburizing* terhadap kekerasan baja SS400?
- Bagaimana struktur mikro baja SS400 variasi arang media tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati pada metode *pack carburizing*?
- Bagaimana perbandingan sifat kekerasan dari baja SS400 sesudah dilakukan proses *pack carburizing* dengan baja SS400 sebelum dilakukan proses *pack carburizing*, cangkul dalam negeri, dan cangkul luar negeri?

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

- Untuk mengetahui pengaruh variasi media arang tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati pada metode *pack carburizing* terhadap kekerasan baja SS400?
- Untuk mengetahui struktur mikro baja SS400 variasi arang media tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati pada metode *pack carburizing*?
- Untuk mengetahui perbandingan sifat kekerasan dari baja SS400 sesudah dilakukan proses *pack carburizing* dengan baja SS400 sebelum dilakukan proses *pack carburizing*, cangkul dalam negeri, dan cangkul luar negeri?

METODE

Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu cara untuk mencari suatu hubungan sebab akibat antara beberapa faktor yang saling berpengaruh. Eksperimen dalam penelitian ini dilaksanakan di laboratorium pelapisan logam Universitas Negeri Surabaya dan laboratorium pengujian bahan Universitas Brawijaya dalam kondisi dan peralatan yang disesuaikan guna memperoleh data tentang pengaruh variasi media arang tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati pada metode *pack carburizing* terhadap kekerasan dan struktur mikro baja SS400.

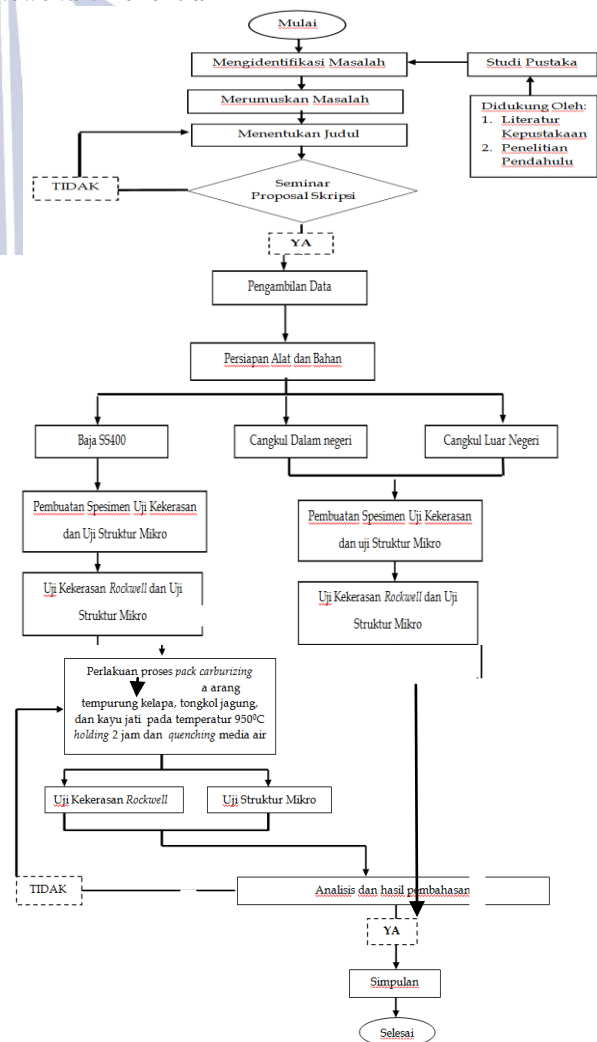
Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat penelitian
Penelitian proses *pack carburizing* dilakukan di laboratorium pelapisan logam Universitas Negeri Surabaya dan pengujian di laboratorium pengujian bahan Universitas Brawijaya.
- Waktu penelitian
Penelitian dilakukan pada tanggal 25 Maret 2019- 15 Mei 2019.

Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah karakteristik Baja SS400 hasil *pack carburizing* media arang tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati.

Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart penelitian

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode analisis statistik inferensial kuantitatif dengan mengumpulkan data - data atau informasi dari setiap hasil perubahan yang terjadi melalui eksperimen secara langsung dan dapat ditarik kesimpulan. Dari data-data yang diperoleh akan disajikan dalam bentuk tabel dan dihitung untuk mengetahui seberapa besar tingkat pengaruh dari setiap variabel menggunakan metode anova tunggal (*One-way Anova*) dengan aplikasi SPSS 25. Sebelum dilakukan pengujian anova terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas guna dipastikan bahwa data dari masing-masing varian berdistribusi normal dan sampel tidak berhubungan satu sama lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dalam penelitian ini menggunakan bahan Baja SS400.

- **Hasil Pengujian Kekerasan (*Hardness Test*)**

- **Pengujian tanpa proses *pack carburizing***

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekerasan dari baja SS400 sebelum proses *pack carburizing*, cangkul dalam negeri, dan cangkul luar negeri. Pengujian ini dilakukan di labotarium pengujian bahan Universitas Brawijaya. Pengujian kekerasan berskala *vickers* yang diberikan pada spesimen uji menggunakan 3 titik pada setiap spesimennya, sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini memiliki deskripsi sebagai berikut:

Dimensi : 100 mm x 50 mm x 2 mm

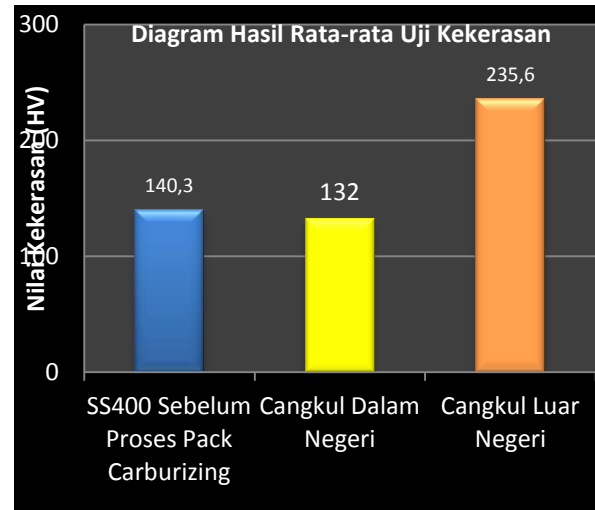
Jumlah : 3 Spesimen



Gambar 2 Titik uji kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan pada baja SS400 sebelum perlakuan *pack carburizing*, cangkul dalam negeri, dan cangkul luar negeri. Berikut hasil pengukuran uji kekerasan yang tertera di gambar 1

Tabel 1 Hasil uji kekerasan Baja SS400 sebelum perlakuan *pack carburizing*, cangkul dalam negeri, dan cangkul luar negeri



Gambar 3. Diagram hasil rata-rata pengujian kekerasan

Baja SS400 sebelum proses *pack carburizing*, cangkul dalam negeri, dan cangkul luar negeri

- **Pengujian dengan proses *pack carburizing***

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekerasan dari baja SS400. Pengujian ini dilakukan di labotarium pengujian bahan Universitas Brawijaya. Pengujian kekerasan berskala *vickers* yang diberikan pada spesimen uji menggunakan 4 titik pada setiap spesimennya, sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini memiliki deskripsi sebagai berikut:

Jenis : SS400

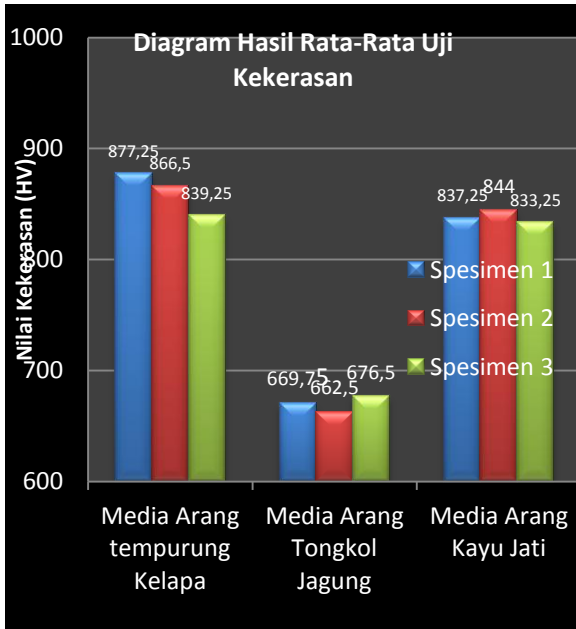
Dimensi : 100 mm x 50 mm x 2 mm

Jumlah : 9 Spesimen



Gambar 4. Titik uji kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan pada baja SS400 dengan variasi media arang tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati dengan temperatur pemanasan 950° C dan *holding time* 2 jam dilanjutkan *quenching* dengan media air. Berikut hasil pengukuran uji kekerasan yang tertera di gambar 2



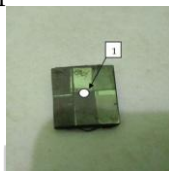
Gambar 5. Diagram hasil pengujian rata-rata kekerasan baja SS400 setelah perlakuan *pack carburizing* dengan variasi media arang

• Hasil Uji Struktur Mikro

• Pengujian tanpa proses *pack carburizing*

Pengujian ini dilakukan dengan untuk mengetahui struktur akhir atau sifat mekanik yang terjadi. Pengujian struktur mikro dilakukan di laboratorium Universitas Brawijaya. Dari hasil pengamatan ini dapat diprediksi sifat-sifat mekanik khususnya kekerasan baja SS400 sebelum proses *pack carburizing*, cangkul dalam negeri, dan cangkul luar negeri. sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini memiliki deskripsi sebagai berikut:

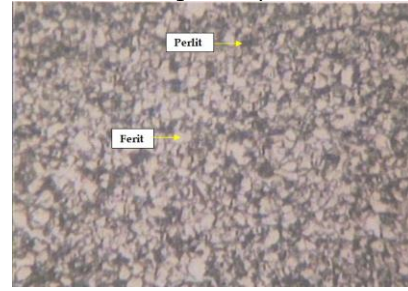
Dimensi : 15 mm x 15 mm x 2 mm
Jumlah : 3 Spesimen



Gambar 6. Titik uji struktur mikro

Pengujian struktur mikro dengan perbesaran 400x dilakukan pada baja SS400 sebelum proses *pack carburizing*, cangkul dalam negeri, dan cangkul luar negeri. Berikut hasil uji struktur mikro

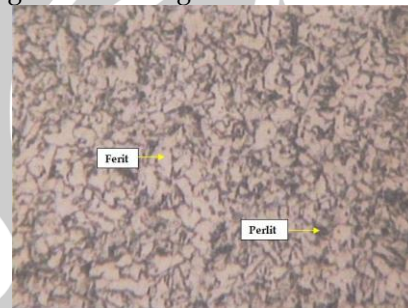
▪ Baja SS400 sebelum proses *pack carburizing*



Gambar 7. Struktur mikro baja SS400 sebelum proses *pack carburizing*

Gambar 5 menunjukkan struktur mikro baja SS400 yang akan dilakukan proses *pack carburizing*. Hasil foto mikro terlihat fasa ferit dan fasa perlit. Fasa ferit ditunjukkan dengan warna cerah sedangkan fasa perlit ditunjukkan gambar yang berwarna gelap halus yang menyebar. Jumlah fasa ferit lebih banyak dari pada fasa perlit yang menandakan bahwa baja SS400 bersifat tidak keras namun ulet.

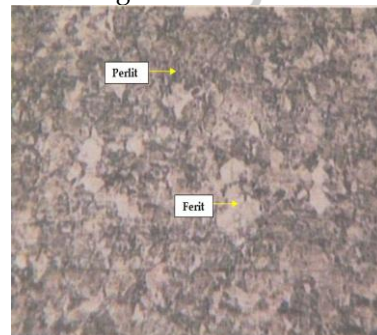
• Cangkul dalam negeri



Gambar 8. Struktur mikro cangkul dalam negeri

Gambar 8 menunjukkan struktur mikro cangkul dalam negeri. Hasil foto mikro terlihat fasa ferit dan fasa perlit. Fasa ferit ditunjukkan dengan warna cerah sedangkan fasa perlit ditunjukkan gambar yang berwarna gelap halus yang menyebar. Jumlah fasa ferit lebih banyak dari pada fasa perlit yang menandakan bahwa cangkul dalam negeri bersifat tidak keras namun ulet.

• Cangkul luar negeri

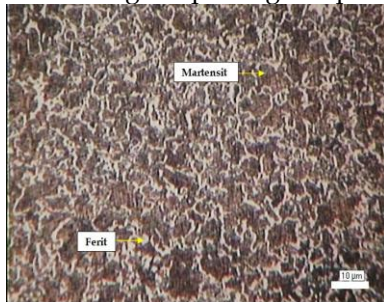


Gambar 9. Struktur mikro cangkul luar negeri

Gambar 9 menunjukkan struktur mikro cangkul luar negeri. Hasil foto mikro disini terlihat jumlah fasa ferit dengan fasa perlit hampir sama. Namun fasa ferit yang mempunyai sifat lunak lebih banyak mendominasi struktur cangkul luar negeri. Sementara fasa perlit berada diantaranya dengan jumlah yang lebih sedikit. Fasa perlit yang mempunyai sifat lebih keras dibandingkan ferit menempati posisi yang tidak teratur. Hal ini juga menyebabkan pengukuran kekerasan bila mengenai kristal ferit akan ditemukan harga yang lebih rendah bila dibandingkan dengan perlit.

- **Pengujian dengan proses *pack carburizing***

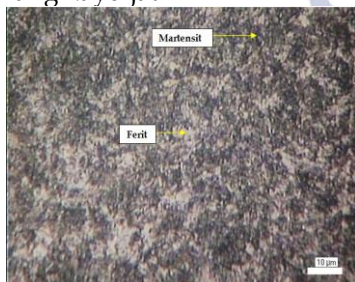
- Media arang tempurung kelapa



Gambar 11. Struktur mikro baja SS400 setelah proses *pack carburizing* dengan variasi media arang tempurung kelapa

Gambar 11 menunjukkan struktur mikro baja SS400 dengan proses *pack carburizing* variasi media arang tempurung kelapa. Hasil struktur mikro menunjukkan terlihat struktur mikro baja SS400 setelah mengalami proses *pack carburizing* dengan variasi media arang tempurung kelapa. Pada permukaan baja SS400 terdapat fasa martensit yang berwarna gelap dan berkumpul berbentuk seperti jarum. Fasa martensit terbentuk karena pendinginan cepat (*quenching*). Didalam matrik martensit terdapat fasa ferit tetapi jumlahnya sedikit, berwarna putih kusam.

- Media arang kayu jati

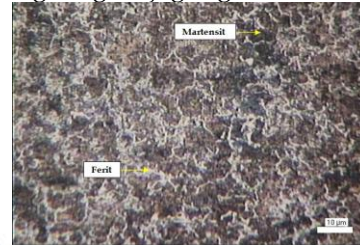


Gambar 12. Struktur mikro baja SS400 setelah proses *pack carburizing* dengan variasi media arang kayu jati

Gambar 12 menunjukkan struktur mikro baja SS400 dengan proses *pack carburizing* variasi media arang

kayu jati. Hasil struktur mikro menunjukkan terlihat struktur mikro baja SS400 setelah mengalami proses *pack carburizing* dengan variasi media arang kayu jati. Pada permukaan baja SS400 terdapat fasa martensit yang berwarna gelap dan berkumpul berbentuk seperti jarum. Fasa martensit terbentuk karena pendinginan cepat (*quenching*). Didalam matrik martensit terdapat fasa ferit tetapi jumlahnya sedikit, berwarna putih kusam.

- Media arang tongkol jagung



Gambar 13. Struktur mikro baja SS400 setelah proses *pack carburizing* dengan variasi media arang tongkol jagung

Gambar 13 menunjukkan struktur mikro baja SS400 dengan proses *pack carburizing* variasi media arang tongkol jagung. Hasil struktur mikro menunjukkan terlihat struktur mikro baja SS400 setelah mengalami proses *pack carburizing* dengan variasi media arang tongkol jagung. Pada permukaan baja SS400 terdapat fasa martensit yang berwarna gelap dan berkumpul berbentuk seperti jarum. Fasa martensit terbentuk karena pendinginan cepat (*quenching*). Didalam matrik martensit terdapat fasa ferit tetapi jumlahnya sedikit, berwarna putih kusam.

- **Pembahasan**

Berikut pemaparan hasil sifat kekerasan dan struktur mikro semua material, yaitu sebagai berikut :

- Baja SS400 menggunakan perlakuan *pack carburizing* dengan variasi media arang tempurung kelapa, arang tongkol jagung, dan arang kayu jati memiliki nilai kekerasan tertinggi dibandingkan dengan Baja SS400 sebelum perlakuan *pack carburizing*, cangkul dalam negeri, dan cangkul luar negeri. Hasil pengujian menunjukan nilai pada media arang tempurung kelapa sebesar 861 HV, media arang tongkol jagung 669,6 HV, media arang kayu jati sebesar 838,1 HV. Berdasarkan data pengujian yang telah diperoleh kemudian di masukkan dalam data statistika yaitu SPSS 25 mendapatkan hasil nilai yang falid atau ada pengaruh yang signifikan variasi media arang tempurung

kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati terhadap nilai kekerasan baja SS400.

- Baja SS400 sebelum perlakuan *pack carburizing*, memiliki nilai kekerasan sebesar 140,3 HV. Hal ini terjadi karena baja SS400 belum mengalami proses *pack carburizing* dengan perlakuan pemanasan yang tinggi dilanjutkan *holding time* dan *quenching*, sehingga nilai kekerasan yang terbentuk kecil.
- Cangkul dalam negeri memiliki nilai kekerasan sebesar 132 HV. Hal ini terjadi karena cangkul dalam negeri hanya dikeraskan secara tradisional menggunakan tungku dengan temperatur pemanasan yang rendah serta bahan yang digunakan biasanya komponen-komponen bekas. Perlunya peningkatan kekerasan dengan metode *pack carburizing* pada permukaan material agar nilai kekerasan meningkat.
- Cangkul luar negeri memiliki nilai kekerasan sebesar 235,6 HV, lebih besar dari pada cangkul lokal dan material baja SS400 sebelum proses *pack carburizing*, hal ini terjadi karena proses pemanasan yang diatas temperatur cangkul dalam negeri, sehingga nilai kekerasan lebih tinggi dari pada cangkul lokal.
- Dari pemaparan perbandingan nilai kekerasan baja SS400 sesudah perlakuan *pack carburizing* dengan variasi arang tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati mempunyai nilai kekerasan yang paling tertinggi dari pada Baja SS400 sebelum perlakuan *pack carburizing*, cangkul dalam negeri, dan cangkul luar negeri. Sehingga penggunaan metode *pack carburizing* dapat diterapkan dan mampu meningkatkan nilai kekerasan pada baja SS400.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

- Proses *pack carburizing* dengan variasi media arang tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati berpengaruh terhadap kekerasan dan struktur mikro baja SS400, dimana nilai kekerasan yang tertinggi dari penelitian ini adalah variasi media arang tempurung kelapa mempunyai nilai kekerasan sebesar 861 HV dan yang terendah adalah media arang tongkol jagung mempunyai nilai kekerasan sebesar 669,6 HV. Sedangkan media arang kayu jati mempunyai nilai kekerasan sebesar 838,1 HV.

- Struktur mikro baja SS400 setelah perlakuan proses *pack carburizing* dengan variasi media arang tempurung kelapa, tongkol jagung, dan kayu jati yang dilanjutkan proses *holding time* dan *quenching* telah terbentuk fasa martensit, fase martensit yang lebih dominan pada variasi media arang tempurung kelapa daripada variasi media arang kayu jati, dan tongkol jagung.
- Terdapat perbedaan yang signifikan nilai kekerasan dari baja SS400 sebelum dan sesudah dilakukan proses *carburizing*, cangkul dalam negeri, dan cangkul luar negeri. Nilai kekerasan baja SS400 sebelum dilakukan proses *carburizing* sebesar 140,3 HV terpaut jauh dan terjadi peningkatan 614% pada nilai kekerasan tertinggi baja SS400 setelah proses *carburizing* variasi media arang tempurung kelapa sebesar 861 HV.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka diperoleh saran sebagai berikut:

- Sebaiknya lebih memperhatikan kerapatan dari kontruksi kontainer agar terjadi difusi karbon kedalam struktur baja melalui proses *pack carburizing* secara optimum.
- Diharapkan penelitian selanjutnya untuk meneliti pengaruh waktu pada saat *quenching*.
- Diperlukan lagi lebih banyak variasi media untuk menentukan media mana yang terbaik untuk proses *pack carburizing* dan menambah referensi keilmuan tentang *carburizing*.
- Penelitian selanjutnya diharapkan untuk meneliti pengaruh jumlah berat arang media pada proses *pack carburizing* terhadap sifat mekanik material.

DAFTAR PUSTAKA

- Amstead B. H., dkk. 1992. *Teknologi Mekanik* (Alih bahasa: Sriati Djaprie). Jakarta: Erlangga. Edisi Ketiga, Jilid 2
- ASTM. 2000. *Standard Test Method for Vickers Hardness of Metallic Materials*. West Conshohocken, United States : PA 19428-2959.
- Boyer, H. E., dan Gall, T. L.. 1985. *Metal hand book*. Desk Edition. ASM Ohio.
- Comenichny. 1965. *Heat Treatment A Handbook*. Moscow: Peace Publisher.
- Dieter, George,. 1986. *Metalurgi Mekanik*. Jakarta: Erlangga.
- Ika, Effendi, Asmara, Miftakhuddin. 2009. *Uji Kekerasan Material Metode Rockwell*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta
- Kuswanto, Bambang. 2010. *Pengaruh Perbedaan Ukuran Butir Arang Tempurung Kelapa-Barium Karbonat Terhadap Peningkatan Kekerasan*

Permukaan Material Baja ST37 Dengan Proses Pack Carburizing. Semarang: Universitas Diponegoro.

Lakhtin, Y. 1952. *Engineering Physical Metallurgy*. Moscow: Mir Publishers.

Prabudhev, K.H. 1974. *Hand Book of Heat Treatment of steel*. New Delhi: Mc Graw-Hill Publishing Company Limited.

Sidik Muhammad, Nurkhozin. 2005. *Pengaruh Holding Time Terhadap Sifat Kekerasan Dengan Refining The Core Pada Proses Carburizing Material Baja Karbon Rendah*. Jurnal Traksi Vol 4, No. 2, Desember 2006.



UNESA

Universitas Negeri Surabaya